

★SIEI U11 99-278541/24 ★DE 19747164-A1

Substrate disc processing apparatus for simulation of silicon micro process - has disc supported in reaction chamber adjacent convection disc rotated in conjunction with disc holder

SIEMENS AG 97.10.24 97DE-1047164

(99.05.06) II01L 21/68, II01J 37/32, II01L 21/324

The apparatus supports a substrate disc (7) in a reaction chamber (1) via a disc holder (5), with a convection plate (3) positioned above the substrate disc and rotated together with the disc holder. The disc may be of monocrystalline silicon, an SOI wafer, a glass wafer, or a plastics wafer. Also provided in the chamber is a heater (2) above the convection plate.

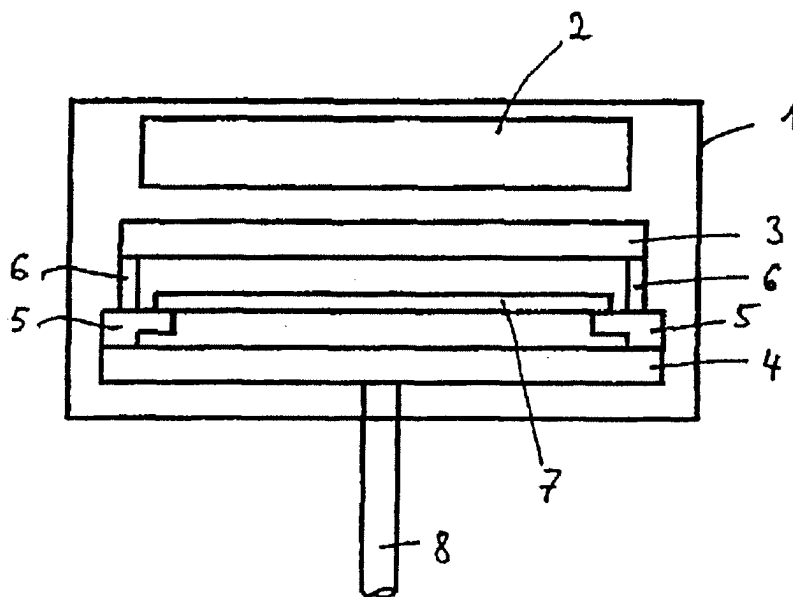
A second convection plate (4) similarly rotated with the disc holder may lie on the opposite side of the latter, so that the substrate disc is positioned between the two convection plates.

USE - For modelling and simulation of deep sub- $\mu\text{m}$  Si-process and component, e.g. during layer separation, temperature process, etching process, separation in semiconductor preparation.

ADVANTAGE - Ensures uniform temperature distribution. (4pp Dwg.No.1/1)

N99-208739

U11-C03A U11-C15C U11-F02A2 U11-G





⑪ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 47 164 A 1**

⑥ Int. Cl.<sup>6</sup>  
**H 01 L 21/68**  
H 01 J 37/32  
H 01 L 21/324

⑲ Aktenzeichen: 197 47 164.1  
⑳ Anmeldetag: 24. 10. 97  
㉑ Offenlegungstag: 6. 5. 99

DE 197 47 164 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Kersch, Alfred, Dr., 81669 München, DE;  
Schafbauer, Thomas, Dipl.-Phys., 85521 Ottobrunn,  
DE

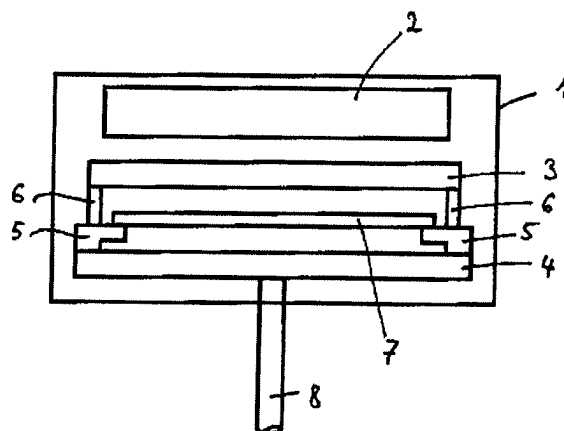
⑥⑧ Entgegenhaltungen:  
DE 39 41 502 A1  
DE 94 03 728 U1  
PREISSIG, F.B. v.: A new furnace for thin-film  
stress experiments. In: Rev.Sci.Instrum., Vol. 63,  
1992, Nr. 4, S. 2305-2310;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑥④ Anordnung zur Bearbeitung einer Substratscheibe und Verfahren zu deren Betrieb

⑥⑦ In einer Reaktionskammer (1) sind ein Scheibenhalter (5) zur Aufnahme einer Substratscheibe (7) und eine Konvektionsplatte (3) vorgesehen. Die Konvektionsplatte (3) und der Scheibenhalter (5) sind benachbart angeordnet und gemeinsam rotierbar. Zur Bearbeitung wird die Substratscheibe (7) gemeinsam mit der Konvektionsplatte (3) rotiert.



DE 197 47 164 A 1

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Bearbeitung einer Substratscheibe, wie sie zum Beispiel zur Schichtabscheidung, für Temperprozesse, Ätzprozesse, Abscheidungsprozesse und ähnliches in der Halbleiterfertigung eingesetzt wird.

In der Halbleiterfertigung ist eine gleichförmige Temperatur einer zu bearbeitenden Substratscheibe bei vielen Prozessen wichtig. Dieses technische Problem tritt auch außerhalb der Halbleiterfertigung bei der Bearbeitung anderer Substratscheiben auf, zum Beispiel beim Tempern und/oder Aufbringen dünner Schichten auf Substratscheiben aus Glas oder Kunststoff.

Das Problem der Temperaturgleichförmigkeit über die Substratscheibe tritt besonders bei großen Substratscheiben mit Durchmessern von 200 bis 300 mm, wie sie in der Halbleiterfertigung zunehmend verwendet werden, auf. Dieses wird mit Konvektionsbewegungen in Verbindung gebracht, die durch unterschiedliche Temperaturen an der Substratscheibe und an Wänden des Reaktors verursacht wird.

In A. Kersch, Relevance of equipment simulation for semiconductor manufacturing: Example of radiatively heated systems, GMM Fachbericht 17, VDE Verlag, Mikroelektronik '97, ISBN 3-8007-2247-X, ist vorgeschlagen worden, zur Vermeidung von Temperaturungleichförmigkeiten, die auf Konvektionsbewegungen zurückzuführen sind, in einem Reaktor in der Nähe der Substratscheibe eine zusätzliche dünne Quarzplatte anzuordnen. Dadurch wird die konvektive Kühlung, die für Temperaturungleichförmigkeiten der Substratscheibe verantwortlich gemacht wird, im Bereich der Substratscheibe reduziert. Dieser Vorschlag hat sich jedoch nur in Reaktionskammern mit ruhender Substratscheibe bewährt. In Reaktionskammern mit rotierender Substratscheibe treten dagegen weiterhin ungleichförmigkeiten der Temperatur auf.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Bearbeitung einer Substratscheibe anzugeben, in der Temperaturungleichförmigkeiten der Substratscheibe auch bei rotierender Substratscheibe vermieden werden. Darüber hinaus soll ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Anordnung angegeben werden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Anordnung gemäß Anspruch 1 sowie ein Verfahren gemäß Anspruch 6. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Anordnung zur Bearbeitung der Substratscheibe weist eine Reaktionskammer auf, in der ein Scheibenhalter zur Aufnahme der Substratscheibe, eine Heizeinrichtung und eine Konvektionsplatte vorgesehen sind. Die Konvektionsplatte ist oberhalb des Scheibenhalters und damit der Substratscheibe angeordnet. Der Scheibenhalter und die Konvektionsplatte sind gemeinsam rotierbar. Die oberhalb der Substratscheibe angeordnete Konvektionsplatte verhindert eine Konvektion zwischen der aufgeheizten Substratscheibe und der darüber befindlichen kühleren Wand der Reaktionskammer. Durch die gemeinsame Rotation von Scheibenhalter und Konvektionsplatte im Betrieb der Anordnung wird in der Nähe einer auf dem Scheibenhalter befindlichen Substratscheibe Konvektion unterdrückt, so daß die damit verbundene Kühlung, die zur Temperaturungleichförmigkeit führen würde, nicht auftritt.

Ist die Heizeinrichtung oberhalb des Scheibenhalters angeordnet, so befindet sich die Konvektionsplatte zwischen Scheibenhalter und Heizeinrichtung.

Vorzugsweise ist eine weitere Konvektionsplatte vorgesehen, die gemeinsam mit dem Scheibenhalter und der Konvektionsplatte rotierbar ist. Der Scheibenhalter ist zwischen

der Konvektionsplatte und der weiteren Konvektionsplatte angeordnet. In dieser Ausgestaltung der Erfindung wird durch die weitere Konvektionsplatte Konvektion auf der Rückseite der Substratscheibe ebenfalls verhindert. Simulationsrechnungen haben ergeben, daß zwischen der Substratscheibe und der Heizeinrichtung natürliche Konvektion auftritt, während unterhalb der Substratscheibe zusätzlich eine erzwungene Konvektionsbewegung auftritt. Durch Verwendung zweier Konvektionsplatten, die beide zusammen mit der Substratscheibe rotiert werden, läßt sich sowohl die natürliche Konvektion als auch die erzwungene Konvektionsbewegung unterdrücken.

Vorzugsweise sind die Konvektionsplatte und/oder die weitere Konvektionsplatte, die unterhalb der Substratscheibe angeordnet ist, mindestens so groß wie der Scheibenhalter. Der Abstand zwischen der Konvektionsplatte und/oder der weiteren Konvektionsplatte und dem Scheibenhalter beträgt vorzugsweise maximal 15 mm. Ein Abstand zwischen 5 und 10 mm wird bevorzugt, da in diesem Abstand die Konvektionsbewegungen eliminiert sind, ohne daß eine Wechselwirkung zwischen Substratscheibe und der/den Konvektionsplatten auftritt.

Als Heizeinrichtung ist eine optische Heizung durch Lampen oder eine Widerstandsheizung geeignet. Bei Verwendung einer Lampenheizung ist es vorteilhaft, die Konvektionsplatte und/oder die weitere Konvektionsplatte aus transparentem Material, zum Beispiel Quarzglas zu bilden. Dadurch ist eine schnelle Aufheizung der Substratscheibe sichergestellt.

Im Betrieb werden die Substratscheibe und die Konvektionsplatten mit einer Rotationsgeschwindigkeit im Bereich zwischen 2 upm und 500 upm (upm: Umdrehungen pro Minute) rotiert. Vorzugsweise erfolgt die Rotation um eine gemeinsame Achse, da dies den mechanischen Aufbau vereinfacht.

Die Anordnung zur Bearbeitung einer Substratscheibe ist sowohl in der Halbleiterfertigung einsetzbar als auch zur Abscheidung dünner Schichten auf Substraten aus Glas oder Kunststoff. In der Halbleiterfertigung ist die Anordnung zur Bearbeitung einer Substratscheibe insbesondere als RTP-Reaktor, Epitaxiereaktor, CVD-Reaktor, Trockenätzreaktor, oder plasmaunterstützter CVD-Reaktor ausführbar.

In der Anordnung zur Bearbeitung einer Substratscheibe sind beliebige Substratscheiben bearbeitbar. Insbesondere ist die Anordnung zur Bearbeitung von Halbleiterscheiben in der Halbleiterfertigung und zur Bearbeitung von Substratscheiben aus Glas oder Kunststoff in der Dünnschichttechnik geeignet.

Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels, das in der Figur dargestellt ist, näher erläutert.

Die Darstellungen in der Figur sind nicht maßstäblich.

Die Figur zeigt eine Anordnung zur Bearbeitung einer Substratscheibe mit einem Scheibenhalter und zwei Konvektionsplatten, die gemeinsam mit dem Scheibenhalter rotierbar sind.

In einer Reaktionskammer 1 ist eine Heizeinrichtung 2 vorgesehen. Als Heizeinrichtung 2 wird eine Lampenheizung verwendet.

Ferner ist in der Reaktionskammer 1 eine erste Konvektionsplatte 3 und eine zweite Konvektionsplatte 4 angeordnet. Die erste Konvektionsplatte 3 und die zweite Konvektionsplatte 4 sind jeweils scheibenförmig.

Mit der zweiten Konvektionsplatte 4 ist ein Scheibenhalter 5 verbunden, der ringförmig ausgestaltet ist. Die zweite Konvektionsplatte 3 ist zum Beispiel über Abstandsstücke 6 fest mit dem Scheibenhalter 5 verbunden.

Im Betrieb der Anordnung wird auf den Scheibenhalter 5

eine Substratscheibe 7, die bearbeitet werden soll, gelegt. Die Substratscheibe 7 ist eine monokristalline Siliziumscheibe oder ein SOI-Substrat. Die Abstandsstücke 6 sind so angeordnet, daß sie außerhalb der Substratscheibe 7 auf den Scheibenhalter 5 treffen.

Die erste Konvektionsplatte 3 und die zweite Konvektionsplatte 4 sind jeweils scheibenförmig ausgestaltet und weisen einen größeren Durchmesser als die zu bearbeitende Substratscheibe 7 auf. Beträgt der Durchmesser der zu bearbeitenden Substratscheibe 300 mm, so weist die erste Konvektionsplatte 3 einen Durchmesser von mehr als 300 mm und die zweite Konvektionsplatte 4 einen Durchmesser von mehr als 300 mm auf.

Die Substratscheibe 7 wird zwischen der ersten Konvektionsplatte 3 und der zweiten Konvektionsplatte 4 angeordnet. Der Abstand der Substratscheibe 4 zu der ersten Konvektionsplatte 3 sowie zu der zweiten Konvektionsplatte 4 beträgt jeweils maximal 10 mm, vorzugsweise 5 bis 10 mm.

Die erste Konvektionsplatte 3 wird in einer Dicke von 1 bis 5 mm aus Quarzglas gebildet. Die zweite Konvektionsplatte 4 wird in einer Dicke von 1 bis 5 mm aus Quarzglas gebildet. Die erste Konvektionsplatte 3 ist zwischen der Substratscheibe 7 und der Heizeinrichtung 2 angeordnet, um die natürliche Konvektion zwischen der Heizeinrichtung 2 und der Substratscheibe 7 zu unterdrücken. Die zweite Konvektionsplatte 4 ist auf der der Heizeinrichtung 2 abgewandten Seite der Substratscheibe 7 angeordnet, um in diesem Bereich die natürliche Konvektion und die erzwungene Konvektion zu unterdrücken.

Die zweite Konvektionsplatte 4 ist mit einer Stange 8 verbunden, die im wesentlichen mittig mit der zweiten Konvektionsplatte 4 befestigt ist. Über die Stange 8, die aus der Reaktionskammer 1 herausragt, ist die zweite Konvektionsplatte 4 zum Beispiel mit Hilfe eines Antriebsmotors (nicht dargestellt) rotierbar. Wird die zweite Konvektionsplatte 4 durch Antrieb über die Stange 8 rotiert, so rotieren gleichzeitig der Scheibenhalter 5 mit der darauf befindlichen Substratscheibe 7 und die erste Konvektionsplatte 3, die über die Abstandsstücke 6 mit dem Scheibenhalter 5 fest verbunden ist, mit. Durch diese gemeinsame Rotation wird eine Konvektionsbewegung zur Oberfläche der Substratscheibe 7 unterdrückt. Die Rotation erfolgt mit einer Rotationsgeschwindigkeit von 2 bis 500 Umdrehungen pro Minute.

Die Substratscheibe 7 weist eine Dicke von zum Beispiel 0,7 mm auf. Die Substratscheibe 7 ist zum Beispiel eine monokristalline Siliziumscheibe, eine SOI-Scheibe, eine Glascheibe oder eine Kunststoffscheibe.

Der Scheibenhalter 5 besteht zum Beispiel aus Quarzglas.

Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Es sind zahlreiche Varianten denkbar. Insbesondere kann die zweite Konvektionsplatte entfallen, in diesem Fall ist der Scheibenhalter 5 direkt mit der Stange 8 verbunden.

Bei der Bearbeitung der Substratscheibe 7 werden die erste Konvektionsplatte, die Substratscheibe 7 mit dem Scheibenhalter 5 und die zweite Konvektionsplatte mit einer Rotationsgeschwindigkeit von 2 upm bis 500 upm vorzugsweise von mehr als 50 upm rotiert.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur Bearbeitung einer Substratscheibe,
  - bei der in einer Reaktionskammer (1) ein Scheibenhalter zur Aufnahme der Substratscheibe (7), eine Heizeinrichtung (2) und eine Konvektionsplatte (3) vorgesehen sind,
  - bei der die Konvektionsplatte (3) oberhalb der Substratscheibe (7) angeordnet ist,

- bei der der Scheibenhalter (5) und die Konvektionsplatte (3) gemeinsam rotierbar sind.

#### 2. Anordnung nach Anspruch 1,

- bei der eine weitere Konvektionsplatte (4) vorgesehen ist, die gemeinsam mit dem Scheibenhalter (5) und der Konvektionsplatte (3) rotierbar ist,
- bei der der Scheibenhalter (5) zwischen der Konvektionsplatte (3) und der weiteren Konvektionsplatte (4) angeordnet ist.

#### 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, bei der zwischen der Konvektionsplatte (3) und/oder der weiteren Konvektionsplatte (4) und dem Scheibenhalter (5) ein Abstand von maximal 15 mm vorgesehen ist.

#### 4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Konvektionsplatte (3) und/oder die weitere Konvektionsplatte (4) mindestens so groß wie die Substratscheibe (5) sind.

#### 5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Konvektionsplatte (3) und/oder die weitere Konvektionsplatte (4) transparentes Material aufweisen.

#### 6. Verfahren zur Bearbeitung einer Substratscheibe, bei dem in einer Reaktionskammer (1) zwischen der Substratscheibe (7) und einer Heizeinrichtung (2) eine Konvektionsplatte (3) befestigt wird, die zusammen mit der Substratscheibe (7) rotiert wird.

#### 7. Verfahren nach Anspruch 6,

- bei dem in der Reaktionskammer (1) eine weitere Konvektionsplatte (4) befestigt wird, so daß die Substratscheibe (7) zwischen der Konvektionsplatte (3) und der weiteren Konvektionsplatte (4) angeordnet ist,
- bei dem die weitere Konvektionsplatte (4) zusammen mit der Substratscheibe (7) und der ersten Konvektionsplatte (3) rotiert.

#### 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, bei dem die Konvektionsplatte (3) und/oder die weitere Konvektionsplatte (4) in einem Abstand von jeweils maximal 15 mm von der Substratscheibe (7) angeordnet werden.

#### 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem die Konvektionsplatte (3) und/oder die weitere Konvektionsplatte (4) jeweils transparentes Material aufweisen.

#### 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem die Konvektionsplatte (3) und/oder die weitere Konvektionsplatte (4) jeweils mindestens so groß wie die Substratscheibe sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

FIG

